

(9) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

Offenlegungsschrift

(10) DE 40 30 743 A 1

(51) Int. Cl. 5:

C 10 J 3/02

C 10 J 3/20

F 02 B 41/02

F 02 B 43/08

F 02 B 45/08

F 02 B 75/32

(21) Aktenzeichen: P 40 30 743.3

(22) Anmeldetag: 28. 9. 90

(23) Offenlegungstag: 2. 4. 92

DE 40 30 743 A 1

(71) Anmelder:

Blaschko, Siegfried, 8311 Eching, DE

(74) Vertreter:

Kuhnen, R., Dipl.-Ing.; Wacker, P., Dipl.-Ing.
Dipl.-Wirtsch.-Ing.; Fürniß, P., Dipl.-Chem.
Dr.rer.nat.; Brandl, F., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte;
Hübner, H., Dipl.-Ing., Rechtsanw., 8050 Freising

(72) Erfinder:

gleich Anmelder

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE-PS 9 36 766
DE-PS 8 23 070
DE-PS 8 15 589
DE-PS 6 12 405
DE-PS 5 05 234
DE-PS 3 08 259
DE-PS 2 38 554
DE 36 22 301 A1
DE 29 44 427 A1
DE 29 35 977 A1
DE 27 51 932 A1
DE-OS 26 02 287
DE 24 12 563 A1

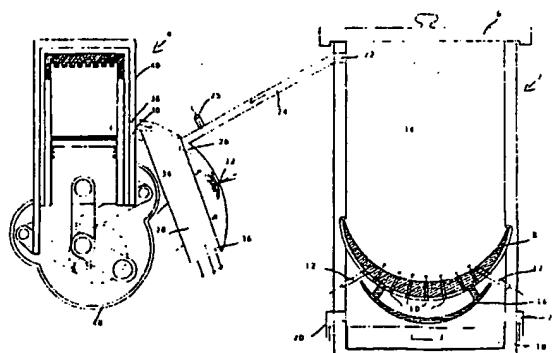
DE-Z: Der ELSBETT-Motor. In: MTZ, Jg.17, Nr.9,
Sept. 1956, S.316,317;

(54) Verfahren zur Verwertung von Müll und anderen brennbaren Abfallstoffen sowie Anlage zur Durchführung
des Verfahrens

(55) Bekannte Müllverbrennungs- bzw. Müllverwertungsanlagen sind sehr aufwendig und teuer bzw. es wird nur ein geringer Teil der in den Abfallstoffen enthaltenen Arbeitsfähigkeit in mechanische Arbeit umgesetzt. Es ist daher Aufgabe, ein Verfahren zur Verwertung von Müll und anderen brennbaren Abfallstoffen anzugeben, bei dem die Müllstoffe mit höherer Energieausbeute in mechanische Arbeit umgesetzt werden.

In dem man die Müllstoffe vor deren Vergasung durch bereits entstandene Brenngase trocknet und vorwärmst, werden gleichzeitig die Brenngase gekühlt, so daß wenig Abwärme verlorengeht. Durch die Verwendung eines speziellen Verbrennungsmotors mit Wassereinspritzung unmittelbar vor Beginn der Kompressionsphase, die ebenfalls einen höheren Wirkungsgrad erzielt.

Müllverwertung und Verwertung von brennbaren Abfallstoffen.



DE 40 30 743 A 1

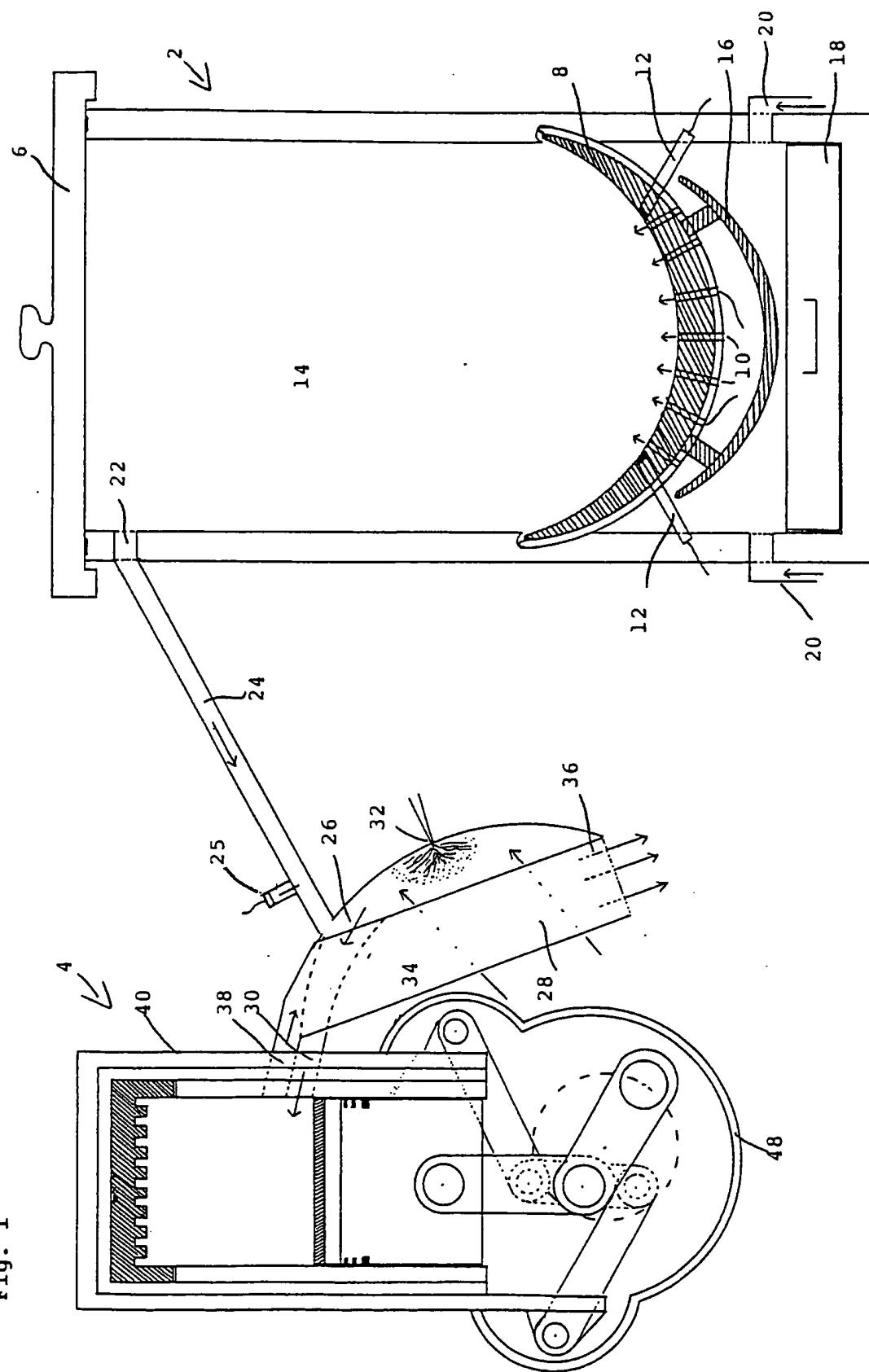


Fig. 1

Fig. 2a

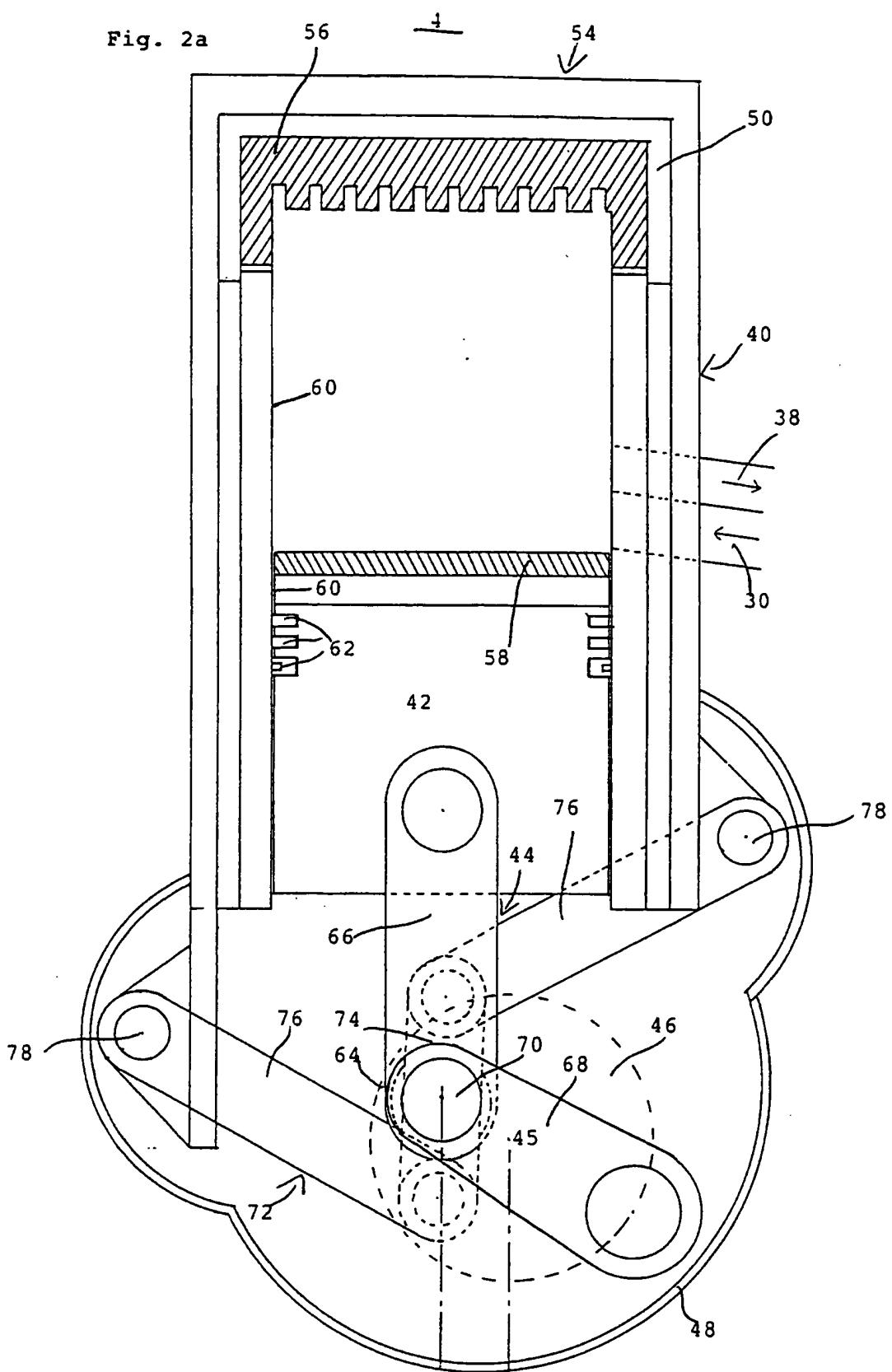


Fig. 2b

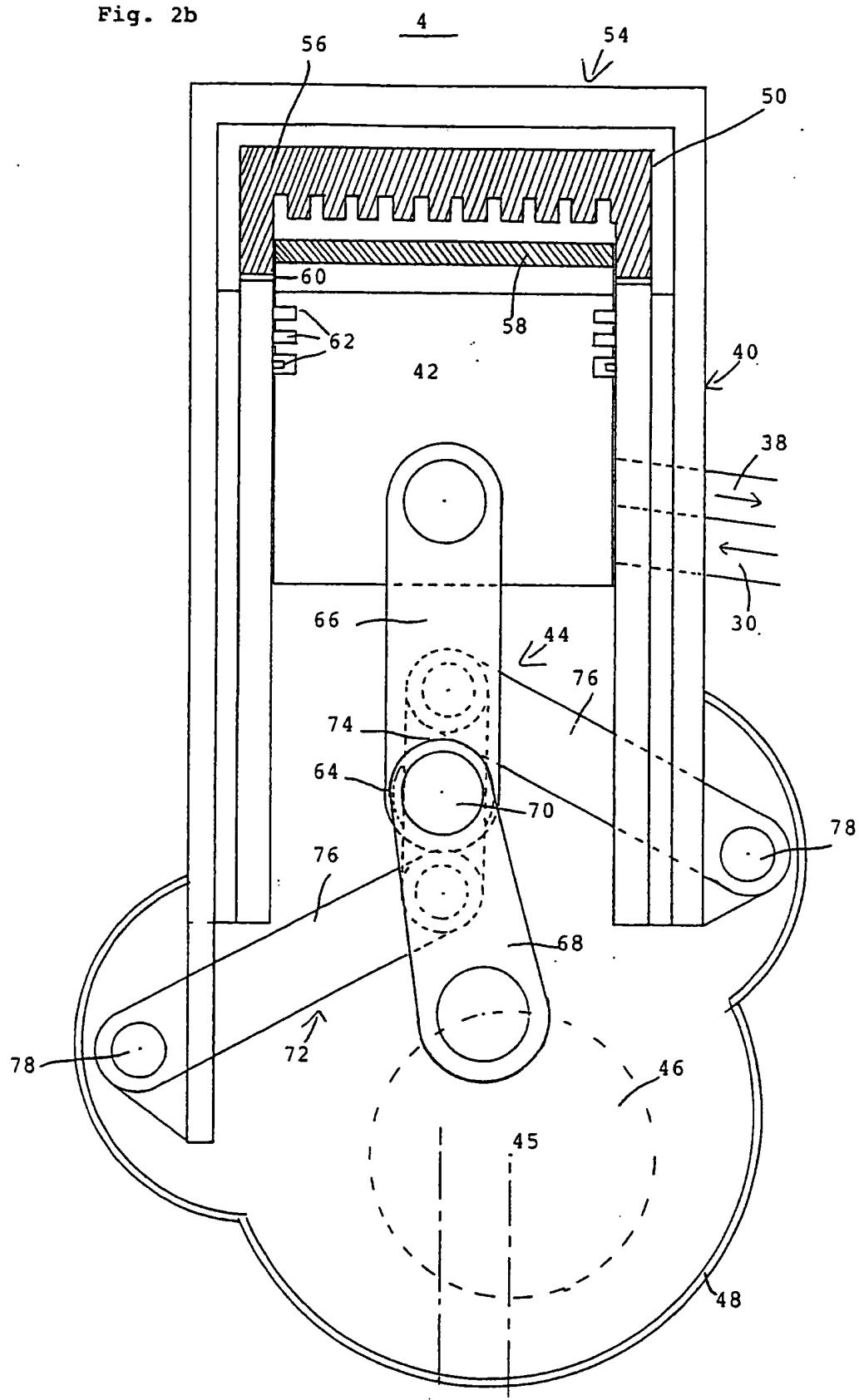


Fig. 2c

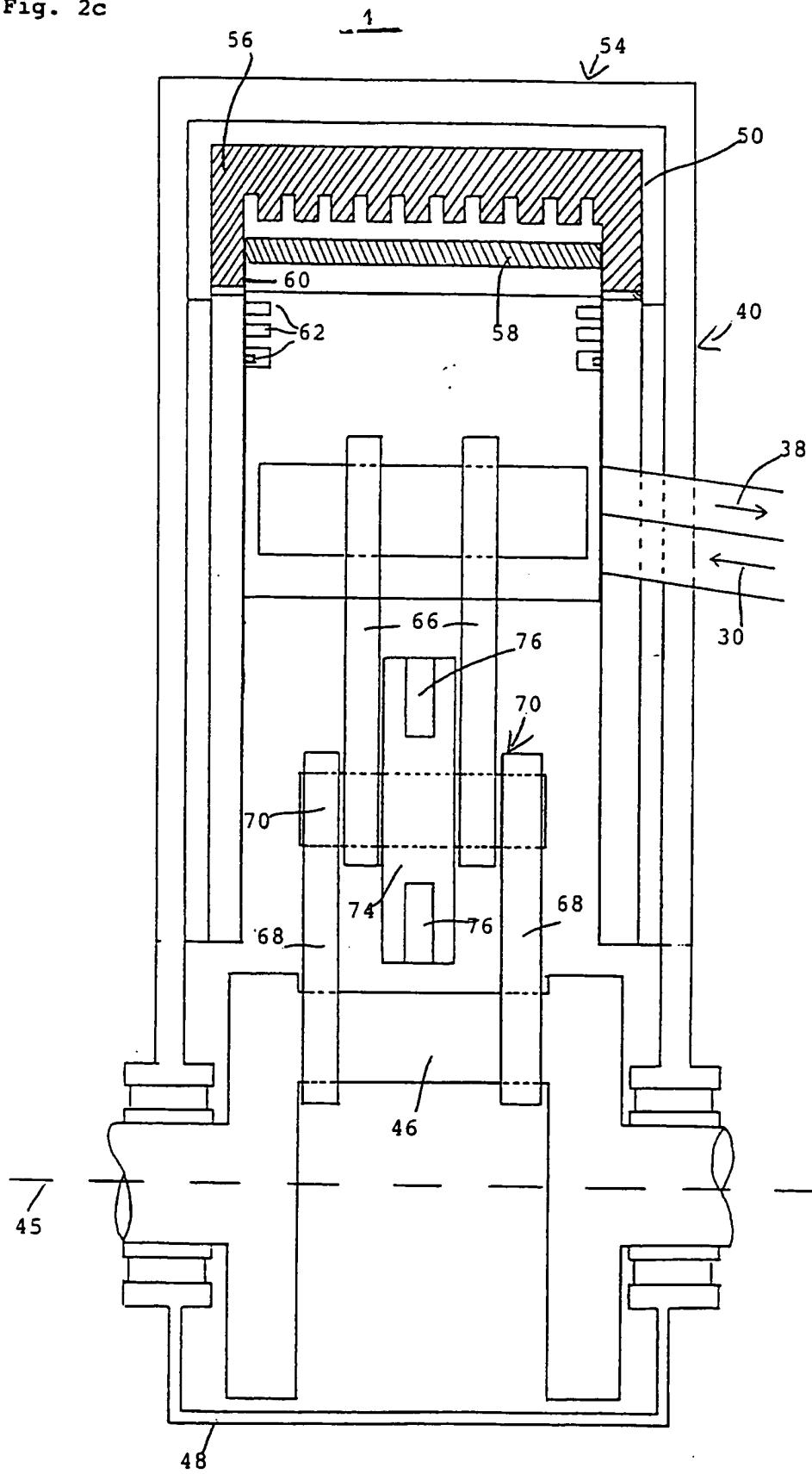
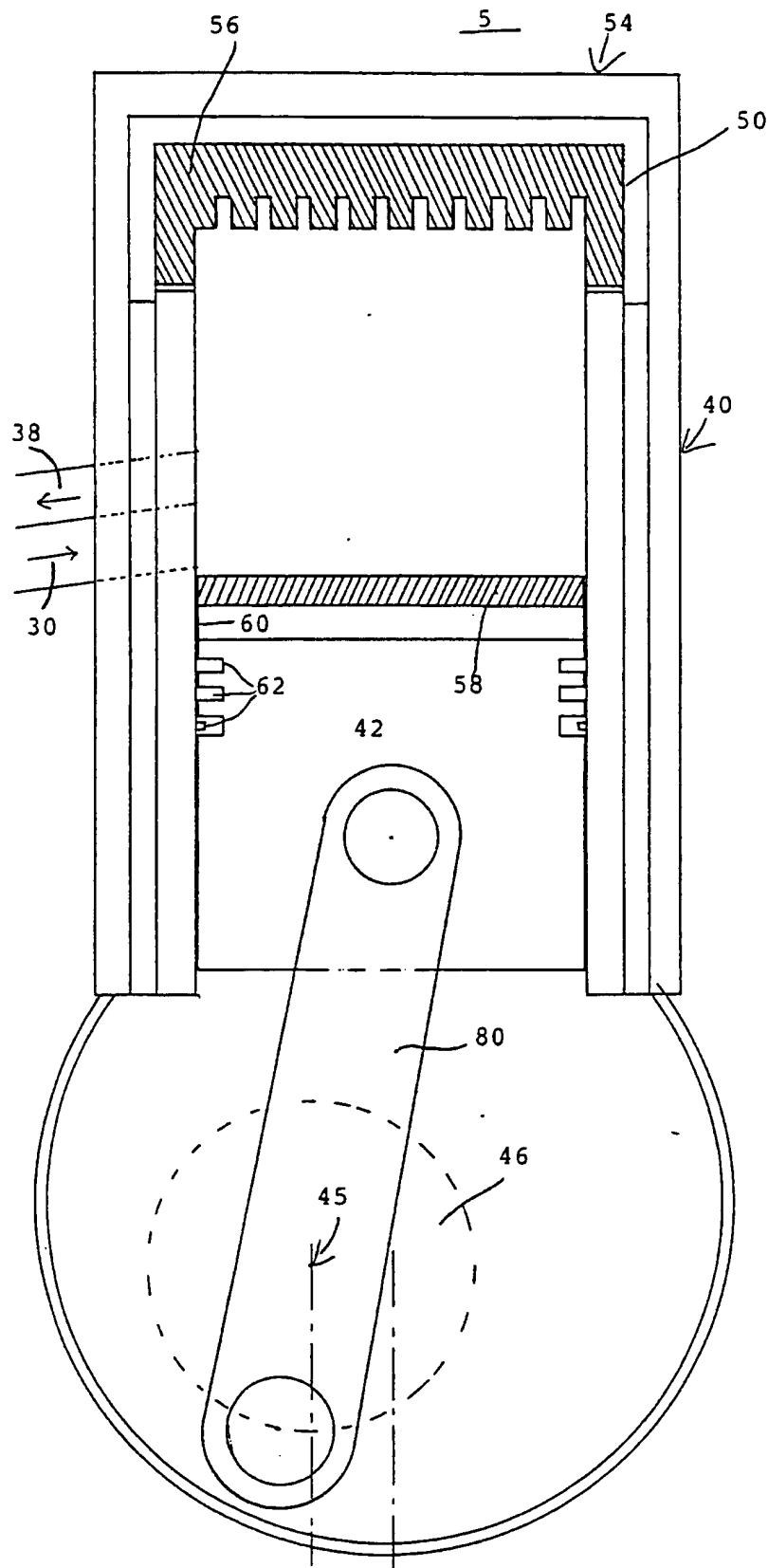


Fig. 3



Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Verwertung von Müll und anderen brennbaren Abfallstoffen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie auf eine Müllverwertungsanlage nach dem Oberbegriff des Anspruchs 9.

Aus der DE-PS 8 10 446 ist eine Kolben-Verbrennungskraftmaschine bekannt, bei der durch Verbrennung von Kohle expandierende Verbrennungsgase erzeugt werden, die den Kolben hin und her bewegen und dessen Hin- und Herbewegung in bekannter Art und Weise mittels einer Pleuelstange oder mit einer Kurvenscheibe in eine Drehbewegung umgewandelt wird. Bei der Variante mit der Kurvenscheibe verlängert sich die Verweildauer des Kolbens am oberen Totpunkt, so daß sich bei der Verbrennung ein höherer Druck aufbauen kann.

Aus der DE-PS 1 16 601 ist ebenfalls ein Arbeitsverfahren für Verbrennungskraftmaschinen bzw. eine Verbrennungskraftmaschine für feste Brennstoffe bekannt, bei der der feste Brennstoff in einem Reaktor durch Teilverbrennung mit Luftunterschub vergast wird und das entstehende Brenngas anschließend in einer Kolben-Verbrennungskraftmaschine in mechanische Arbeit umgesetzt wird. Die zur Verbrennung in der Kolben-Verbrennungskraftmaschine notwendige Frischluft wird in Kontakt zu dem Reaktor geführt und dabei vorwärmte.

Schließlich ist aus der DE-OS 24 12 563 ein Verfahren zur Verwertung von Müll und anderen brennbaren Abfallstoffen sowie eine Anlage zur Durchführung des Verfahrens gemäß den Oberbegriffen des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 9 bekannt. Bei diesem bekannten Verfahren bzw. bei der zugehörigen Anlage werden Müllstoffe durch Teilverbrennung mit Luftunterschub vergast. Das im Reaktor entstehende heiße Brenngas wird dabei durch Wärmetausch auf die gewünschten Temperaturen gekühlt. Die dabei abgeführte Energie kann somit nicht zur Erzeugung mechanischer Arbeit genutzt werden.

Demgegenüber ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Verwertung von Müll und anderen brennbaren Abfallstoffen anzugeben, bei dem die Müllstoffe mit höherer Energieausbeute in mechanische Arbeit umgesetzt werden um so eine nach diesem Verfahren arbeitende Anlage zu schaffen.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch die Merkmale des Anspruchs 1 bzw. 9.

Durch Wärmetausch zwischen den noch unvergasten und ggf. feuchten Müllstoffen mit dem durch die Vergasung bereits entstandenen Brenngas werden die Müllstoffe vor Vergasung getrocknet und vorgewärmt. D. h. die in den Brenngasen enthaltene Wärmeenergie bleibt im System. Diesem gekühlten und ggf. angefeuchteten Brenngas wird unmittelbar vor Zuführung zu dem Verbrennungsmotor bzw. unmittelbar vor Beginn der Kompressionsphase fein zerstäubtes Wasser zugegeben, was zu einer Erhöhung der erzeugten mechanischen Leistung führt.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist im Verbrennungsraum des Verbrennungsmotors eine Wärmespeichereinrichtung angeordnet, durch die die Expansion des komprimierten Brenngas/Wasser/Luft-Gemisches durch Wärmeübergang unterstützt wird. Bei Verwendung eines Kolben-Verbrennungsmotors ist diese Wärmespeichereinrichtung vorzugsweise im oberen Bereich des Verbrennungsraums bzw. Zylinderkopf angeordnet.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung folgt der Wärmetausch zwischen Brenngasen und noch nicht vergasten Müllstoffen dadurch, daß die entstehenden heißen Brenngase die noch nicht vergasten Müllstoffe durchströmen.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung handelt es sich bei dem Verbrennungsmotor um einen adiabatischen bzw. ungekühlten Motor, bei dem die Zufuhr von Brenngas so gesteuert wird, daß im Motor bzw. im Verbrennungsraum eine höchstzulässige Temperatur nicht überschritten wird. Im Bereich unter dieser höchst zulässigen Temperatur wird die Zufuhr von Brenngasen aus dem Reaktor so geregelt, daß die jeweils gewünschte Arbeitsleistung erreicht wird.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist der Verbrennungsmotor so gestaltet, daß die Kompressionsphase kürzer ist als die Expansionsphase. Konstruktiv wird dies vorzugsweise dadurch erreicht, das die senkrecht auf der Bewegungsrichtung des Kolbens stehende Drehachse der Kurbelwelle gegenüber der Bewegungsachse des Kolbens seitlich versetzt ist. Durch die verkürzte Kompressionsphase des Verbrennungsmotors ist eine Regelung des Verbrennungsmotors möglich, bei der das eingespritzte Wasser erst nach Erreichen des oberen Totpunkts zu verdampfen bzw. zu expandieren beginnt. Auf diese Weise ist ein erheblich höherer Expansionsdruck und eine damit gestiegerte mechanische Energieausbeute möglich. Zusätzlich ist durch die seitliche Versetzung der Kurbelwelle die Hebelwirkung der Pleuelstange auf die Kurbelwelle günstiger. Außerdem verlängert sich durch das seitliche Versetzen der Kurbelwellenachse der Hubweg des Kolbens. d. h. der Hubraum wird vergrößert.

Auf diese Weise ergibt sich ein besonders kraftstoffsparender Verbrennungsmotor bzw. eine besonders hohe Energieausbeute aus den Müllstoffen, da die Expansion nahezu ausschließlich durch Wärmeübergang von der in dem Verbrennungsraum angeordneten Wärmespeichereinrichtung erfolgen kann.

Der erfundungsgemäße Verbrennungsmotor kann auch mit anderen Brennstoffen bzw. Brenngasen betrieben werden.

Die übrigen Unteransprüche beziehen sich auf weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

Weitere Einzelheiten, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die Zeichnung.

Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

Fig. 2a eine schematische Darstellung des in Fig. 1 verwendeten Kolben-Verbrennungsmotors mit dem Kolben am oberen Totpunkt,

Fig. 2b eine weitere Darstellung wie in Fig. 2a, jedoch mit dem Kolben am unteren Totpunkt,

Fig. 2c den Kolben-Verbrennungsmotor gemäß Fig. 2b, jedoch in einer um 90°C Ansicht, und

Fig. 3 eine zweite Ausführungsform eines Verbrennungsmotors für eine Müllverwertungsanlage gemäß der vorliegenden Erfindung.

Gleich bzw. entsprechende Teile sind in der nachfolgenden Beschreibung und in der Zeichnung mit identischen Bezugszeichen versehen.

Die bevorzugte Ausführungsform nach Fig. 1 besteht aus zwei Hauptkomponenten, einem Reaktor 2 zum

Vergasen der Müllstoffe und einem Verbrennungsmotor 4 in Form eines Hubkolbenmotors. Der Reaktor 2 besitzt die Form einer aufrechtstehenden Hohlsäule, die unten geschlossen ist und die im oberen Bereich durch eine Abdeckung 6 verschließbar ist. Zum Beladen des Reaktors 2 mit Müll und anderen brennbaren Abfallstoffen wird die Abdeckung 6 entfernt und bei Betrieb der erfahrungsgemäßen Müllverwertungsanlage wird der Reaktor 2 durch die Abdeckung 6 dicht verschlossen.

Im unteren Bereich des Reaktors 2 ist ein Keramikeinsatz 8 vorgesehen, der schalenförmig mit der Öffnung nach oben ausgebildet ist und der von einer Mehrzahl von Luftschlitzten 10 durchsetzt ist. In dem Keramikeinsatz 8 integriert ist eine elektrische Widerstandsheizung 12. Die Müllstoffe und andere feste Abfallstoffe werden in einen Reaktorraum 14 zwischen dem Keramikeinsatz 8 und der Abdeckung 6 eingefüllt. Unter dem Keramikeinsatz 8 befindet sich eine Auffangschale 16, um bei der Müllvergasung freierwerdende Flüssigkeiten, wie z. B. Wachs oder Fett aufzufangen und im Laufe der Müllvergasung wieder verdampfen zu lassen. Die Auffangschale 16 besteht vorzugsweise aus einem gut wärmeleitenden Material und ist gut wärmeleitend mit dem Keramikeinsatz 8 verbunden, so daß die hohe Temperatur des Keramikeinsatzes 8 zum Verdampfen der in der Auffangschale 16 aufgefangenen Flüssigkeiten führt. In der Auffangschale 16 sammeln sich auch teilweise die nicht-brennbaren und ausgeglühten Rückstände des Mülls bzw. der brennbaren Abfallstoffe.

Unter der Auffangschale 16 unmittelbar am Boden des Reaktors 2 ist ein Aschenbehälter 18 angeordnet, in dem die nichtbrennbaren und ausgeglühten Rückstände des Mülls bzw. der brennbaren Abfallstoffe aufgefangen werden. Der Aschenbehälter 18 kann zum Entleeren aus einer nicht näher dargestellten Öffnung in dem Reaktor 2 entnommen werden. Im Bereich zwischen der Auffangschale 16 und dem Aschenbehälter 18 sind in dem Reaktor 2 Frischluftzuführungen 20 vorgesehen, über die die zur Vergasung der Müllstoffe notwendige Frischluft zugeführt wird. Im oberen Bereich des Reaktors 2 unmittelbar unter der Abdeckung 6 ist eine Austrittsöffnung 22 vorgesehen, über die das bei der Vergasung entstehende Brenngas aus dem Reaktor 2 bzw. dem Reaktorraum 14 entweichen kann. Der Reaktor 2 ist gegen die Umgebung wärmeisoliert (nicht dargestellt), um thermische Verluste so gering wie möglich zu halten.

An der Austrittsöffnung 22 ist eine Brenngasleitung 24 angeschlossen, die den Reaktor 2 mit dem Verbrennungsmotor 4 verbindet. Die Brenngasleitung 24 kann durch ein Ventil 25 abgesperrt werden. Die Brenngasleitung 24 mündet in einer Mischkammer 26, in die auch eine Ansaugleitung 28 für Frischluft mündet. Die Mischkammer bzw. der Mischbereich 26 mündet unmittelbar in Ansaugslitze 30 des Verbrennungsmotors 4. In die Mischkammer 26 ist eine Wassereinspritzvorrichtung 32 eingebaut, durch die der angesaugten Frischluft bzw. den Brenngasen vor Zuführung zu dem Verbrennungsmotor 4 fein zerstäubtes Wasser zugesetzt werden kann. Die Mischkammer 26 und die Ansaugleitung 28 für Frischluft ist baulich in einem Abgaswärmekreis 34 integriert, in dem die Abwärme von in einer Auspuffleitung 36 geführten Abgasen auf die zugeführte Frischluft, die Brenngase und das fein zerstäubte Wasser übertragen wird. Die Auspuffleitung 36 mündet in Auslaßschlitze 38 des Verbrennungsmotors 4.

Der genaue Aufbau des Verbrennungsmotors 4 wird nachfolgend auch unter Bezugnahme auf die Detaildar-

stellungen gemäß Fig. 2a, 2b und 2c beschrieben.

Der in Fig. 1, 2a, 2b und 2c schematisch dargestellte Verbrennungsmotor 4 weist einen Zylinder 40 auf, in dessen Inneren ein Kolben 42 hin und her beweglich angeordnet ist. Der Kolben 42 ist über einen Pleueltrieb 44 mit einer Kurbelwelle 46 verbunden, die um eine Drehachse 45 drehbar ist. Die Kurbelwelle 46 bzw. genauer die Drehachse 45 der Kurbelwelle 46 ist senkrecht zur Bewegungssache des Kolbens 42 und seitlich versetzt zu dieser angeordnet. Die Kurbelwelle 46 und zum Teil das Pleuelgestänge 44 sind in einem Kurbelwellengehäuse 48 angeordnet.

Der Verbrennungsmotor 4 ist ein ungekühlter, adiabatischer Motor und der Verbrennungsmotor 4 und insbesondere der Zylinder 40 ist daher durch eine Isolierungsschicht 50 thermisch gegenüber der Umgebung isoliert. Der Raum über dem Kolben 42 im Inneren des Zylinders 40 bildet in bekannter Weise einen Verbrennungsraum 52. Im oberen Bereich des Verbrennungsraumes 52 bzw. im Zylinderkopf 54 ist eine Wärmespeicheranordnung 56 angeordnet. Die dem Verbrennungsraum 52 zugewandte Oberfläche der Wärmespeicheranordnung 56 ist geriffelt oder gefaltet ausgebildet, so daß sich eine vergrößerte aktive Oberfläche der Wärmespeicheranordnung 56 ergibt. Die Wärmespeicheranordnung 56 besteht aus einem Material mit hoher spezifischer Wärmekapazität, das gleichzeitig hochtemperaturfest ist. Als Material hierfür kommen spezielle Keramiken und/oder Metalle bzw. Metalllegierungen in Frage. Die dem Verbrennungsraum 52 zugewandte Oberseite des Kolbens 42 ist mit einer hochtemperaturfesten Schicht 58 versehen. Der Kolben 42 ist gegenüber der Zylinderinnenwand 60 bekannterweise mit Kolbenringdichtungen 62 abgedichtet.

Die Kraftübertragung von dem Kolben 42 auf die Kurbelwelle 46 erfolgt durch den Pleueltrieb 44. Der Pleueltrieb 44 besteht aus einer zweiteiligen Pleuelstange 64, die aus einem ersten Pleuelstangenabschnitt 66 und einem zweiten Pleuelstangenabschnitt 68 besteht. Der erste und zweite Pleuelstangenabschnitt 66 und 68 sind über ein Pleuelstangenabschnitt-Verbindungsge lenk 70 miteinander verbunden. Das jeweils andere freie Ende des ersten bzw. zweiten Pleuelstangenabschnitts 66 bzw. 68 ist mit dem Kolben 42 bzw. mit der Kurbelwelle 46 verbunden.

Die Pleuelstange 64 bzw. genauer das Pleuelstangenabschnitt-Verbindungsge lenk 70 ist mit einer Geradführung 72 verbunden, durch die der erste Pleuelstangenabschnitt 66 in Bewegungsrichtung des Kolbens 42 zwangsgeführt ist. Die Geradführung 72 besteht aus einer Koppelstange 74 und zwei Stegständen 76. Die Koppelstange 74 ist mittig mittels eines Drehgelenks mit dem Pleuelstangenabschnitt-Verbindungsge lenk 70 verbunden. An die freien Enden der Koppelstange 74 ist jeweils eine der beiden Stegständen 76 angelenkt. Die freien anderen Enden der Stegständen 76 sind an zwei diametral gegenüberliegenden Seiten des Verbrennungsmotors 4 außerhalb des Zylinders 40 an zwei mit dem Motorgehäuse verbundenen Gelenken 78 verbunden.

Unter Bezugnahme auf Fig. 1 wird nachfolgend die Funktionsweise der erfahrungsgemäßen Müllverwertungsanlage erläutert. Hinsichtlich der Funktionsweise des Verbrennungsmotors 4 wird insbesondere auch auf die Fig. 2a, 2b und 2c Bezug genommen.

Bei Inbetriebnahme der Anlage werden die Müllstoffe und andere brennbare Abfallstoffe in den Reaktorraum 14 eingefüllt. Durch Inbetriebnahme der elektri-

schen Heizung 12 in dem Keramikeinsatz 8 wird die Vergasung der Müllstoffe, d. h. die Verbrennung und der Luftunterschub in Gang gesetzt. Die notwendige Frischluft wird hierzu über die Frischluftzuführung 20 ggfs. zwangszugeführt. Durch die elektrische Heizung 12, beispielsweise in Form von Glühstiften wie sie in herkömmlichen Dieselmotoren Verwendung finden, beginnt in dem Reaktorraum 14 ein Schmelzbrand, bei dem kohlenstoffhaltiges Brenngas entsteht. Das insbesondere im Bereich des Keramikeinsatzes 8 entstehende Brenngas durchströmt die darüber liegenden Müllschichten und trocknet diese dabei und wärmt sie vor. Wenn die unteren Müllschichten in der Nähe des Keramikeinsatzes auch verschwelt sind, rutschen von oben neue Müllstoffe aufgrund des Eigengewichts nach.

Insbesondere zu Beginn der Vergasung aus den Müllstoffen freiwerdende Flüssigkeiten, wie z. B. Wachse und Fette, werden in der Auffangschale 16 unter dem Keramikeinsatz 8 aufgefangen und Verdampfen anschließend wieder, wenn sich die Temperatur des Keramikeinsatzes 8 nach Entfachen des Schmelzbrands allmählich der Betriebstemperatur nähert. Die Betriebstemperatur im Bereich des Keramikeinsatzes 8 ist in erster Linie durch die Materialeigenschaften der jeweils verwendeten Keramik beschränkt. Als Material hierfür kommen insbesondere Keramiken in Frage, wie sie zur Zeit noch Versuchsweise in sogenannten Keramik-Motoren eingesetzt werden.

Sofern vorsortierte Müllstoffe bzw. giftstofffreie Müllstoffe verwendet werden, kann die in dem Aschenbehälter 18 aufgefangene ausgeglühte Asche wieder verwendet werden, z. B. als Pflanzendünger.

Die in Fig. 1 dargestellte Müllverwertungsanlage ist der Einfachheit halber ohne kontinuierliche Beschickungsanlage dargestellt. Bei großtechnischen Anlagen ist es natürlich sinnvoll während der Vergasung kontinuierlich von oben neue Müllstoffe zuzuführen.

Der adiabatische Kolben-Verbrennungsmotor 4 in der Ausführungsform nach Fig. 1 und 2 arbeitet nach einem Zwei-Takt-Verfahren. Die Einlaß- bzw. Auslaßschlitze 30 und 38 sind in den Figuren lediglich schematisch dargestellt. Deren genaue Lage im Verbrennungsmotor hängt von dem jeweils verwendeten Spülverfahren bzw. von dem jeweils verwendeten Zweitakt-Verfahren ab.

In Fig. 2a befindet sich der Kolben 42 an seinem unteren Totpunkt und der Verbrennungsraum 52 wird gespült, d. h. die expandierten Auspuffgase entweichen über die Auslaßschlitze 38 und die Auspuffleitung 36 und über Einlaßschlitze 30 wird frisches Brenngas/Wasser/Frischluft-Gemisch zugeführt. Dieses Brenngas/Wasser/Frischluft-Gemisch entsteht in der Mischkammer bzw. in dem Mischbereich 26, in dem die Brenngasleitung 24 und die Ansaugleitung 28 für Frischluft mündet. Durch den Abgaswärmetauscher 34 wird die angesaugte Frischluft vorgewärmt und gleichzeitig werden die über die Auspuffleitung 36 abgeführten Abgase gekühlt.

Die in dem Abgaswärmetauscher 34 vorgewärmte Frischluft bzw. das in der Mischkammer 26 entstehende Brenngas-Frischluft-Gemisch wird durch Zugabe von fein zerstäubten Wasser mittels der Wassereinspritzvorrichtung 32 unmittelbar vor Zuführung zu dem Verbrennungsraum 52 gekühlt. Diese Art der Kühlung bewirkt, daß durch das Brenngas/Wasser/Frischluft-Gemisch bei der nachfolgenden Kompressionsphase weniger Gegendruck erzeugt wird. Da aufgrund der seitlichen Versetzung der Drehachse 45 der Kurbelwelle 46

gegenüber der Bewegungsachse des Kolbens 42 bei Drehung der Kurbelwelle 46 entgegen dem Uhrzeigersinn die Aufwärtsbewegung des Kolbens 42 schneller ist als die Abwärtsbewegung, d. h. die Kompressionsphase erfolgt bei konstanter Drehgeschwindigkeit der Kurbelwelle schneller als die Expansionsphase. Dadurch kann der Verbrennungsmotor so geregelt werden, daß die Verdampfung des in dem Brenngas/Wasser/Frischluft-Gemisches befindlichen Wassers erst nach Erreichen des oberen Totpunktes des Kolbens 42 (siehe Fig. 2b bzw. 2c), d. h. am Ende der Kompressionsphase bzw. zu Beginn der Expansionsphase beginnt.

Zum Zeitpunkt der höchsten Kompression, d. h. im oberen Totpunkt des Kolbens 42 entzündet sich das in dem Brenngas/Wasser/Frischluft-Gemisch befindliche Brenngas nach Art eines Selbstzünders, so daß der Kolben 42 wieder nach unten gedrückt wird. Durch die Verbrennung der Brenngase erhitzt sich gleichzeitig die im Zylinderkopf 54 angeordnete Wärmespeichereinrichtung 56. Durch die versetzte Kurbelwelle 46 erhöht sich die Kolbengeschwindigkeit während der Kompressionsphase im Vergleich zur Kolbengeschwindigkeit während der Expansionsphase. Auf diese Weise kann die Kompression so schnell erfolgen, daß das fein zerstäubte Wasser erst nach Erreichen des oberen Totpunkts also zu Beginn der Expansionphase zu verdampfen beginnt. Die versetzte Kurbelwelle hat zugleich den Vorteil, daß während der Expansionsphase die Hebelwirkung der Pleuelstange auf die Kurbelwelle wesentlich günstiger ist als bei herkömmlichen Anordnungen. Je kürzer die Pleuelstange bei der versetzten Kurbelwelle ist, um so stärker wird der Kolben bei Erreichen des oberen Totpunkts gebremst.

Durch die Gerafführung 72 ist es möglich, die "aktive" Pleuelstange, den zweiten Pleuelstangenabschnitt 68 so weit zu verkürzen, daß er in den Drehkreisbereich der Kurbelwelle 46 eindringt. Neben der möglichen Verkürzung der aktiven Pleuelstange bzw. des zweiten Pleuelstangenabschnitts 68 hat die Gerafführung 72 auch noch den Vorteil, daß Querkräfte, die zu einem Verkanten des Kolbens 42 führen könnten bzw. die Kolbendichtungen stark belasten, vermieden bzw. durch die Gerafführung abgefangen werden. Außerdem verlängert sich dadurch der Hubweg des Kolbens, was eine Erhöhung des Hubraumes bedeutet.

Da die Expansion des Arbeitsgases, d. h. des Brenngas/Wasser/Frischluft-Gemisches, zu einem Großteil durch in der Wärmespeichereinrichtung 56 gespeicherte Wärme erfolgt, ist es nicht notwendig, kontinuierlich Brenngas zuzuführen. Da die Verbrennung des wenigen zugeführten Brenngases im wesentlichen durch Selbstzündung erfolgt, wenn der Kolben 42 seinem oberen Totpunkt erreicht hat, geht ein Großteil der Verbrennungswärme auf die Wärmespeichereinrichtung über, die sie dann kontinuierlich wieder auf das Arbeitsgas abgeben kann. Da der Verbrennungsmotor 4 nicht gekühlt wird bzw. gegenüber der Umgebung sogar thermisch isoliert ist, kann nur sehr wenig Abwärme verlorengehen. D. h. der Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors ist sehr hoch. Da die Verbrennung mit hohem Luftüberschub erfolgt, liegt im Gegensatz zu üblichen Zweitaktmotoren eine sehr saubere Verbrennung vor. Der Verbrennungsmotor 4 ist somit ein umweltfreundlicher Magermotor.

Um den Motor bei Inbetriebnahme zu starten, kann in nicht näher dargestellter Weise in die Wärmespeicheranrichtung 56 eine Zünd- und Heizeinrichtung integriert sein.

In Fig. 3 ist eine zweite vereinfachte Ausführungsform eines Verbrennungsmotors 5 gemäß der vorliegenden Erfindung dargestellt. Der Verbrennungsmotor 5 gemäß Fig. 3 unterscheidet sich von der Ausführungsform gemäß den Fig. 1, 2a und 2b lediglich dadurch, daß anstelle einer zweiteiligen Pleuelstange eine einteilige Pleuelstange 80 vorgesehen ist. Die Pleuelstange 80 verbindet wie bei herkömmlichen Kolben-Verbrennungsmotoren den Kolben 42 mit der Kurbelwelle 46. Eine Gradführung wie bei dem Verbrennungsmotor 5 gemäß Fig. 1, 2a und 2b erübrigts sich daher. Wie bei der vorhergehenden Ausführungsform wird durch die Versetzung der Kurbelwelle gegenüber der Bewegungssachse des Kolbens bei Umdrehung der Kurbelwelle entgegen des Uhrzeigersinns die Kompressionsphase gegenüber der Expansionsphase bei konstanter Kurbelwellendrehgeschwindigkeit verkürzt. Aufgrund der einteiligen Ausführung der Pleuelstange 80 ohne Gradführung ist der Effekt lediglich geringer.

Der Kolben-Verbrennungsmotor gemäß der vorliegenden Erfindung läßt sich natürlich nicht nur im Zusammenhang mit der Vergasung von Müllstoffen verwenden. Vielmehr ist dieser Motor aufgrund seiner Konstruktion geeignet mit unterschiedlichsten gas- oder dampfförmigen Brennstoffen betrieben zu werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verwertung von Müll und anderen brennbaren Abfallsstoffen mit folgenden Verfahrensschritten:
Vergasung der Müllstoffe durch Teilverbrennung mit Luftunterschub, und
Verbrennung der Brenngase mit Luftüberschuß in einem Verbrennungsmotor (4; 5), dadurch gekennzeichnet,
daß die Müllstoffe vor Vergasung durch Wärmetausch mit den Brenngasen getrocknet und vorgewärmten werden, und
daß der Frischluft und/oder den Brenngasen unmittelbar vor Zuführung zu dem Verbrennungsmotor (4; 5) bzw. unmittelbar vor Beginn der Kompression fein zerstäubtes Wasser zugegeben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Expansion des komprimierten Brenngas/Wasser/Luft-Gemisches durch Wärmeübergang von einer im Verbrennungsraum (52) des Verbrennungsmotors (4; 5) angeordneten Wärmespeichereinrichtung (56) auf das komprimierte Brenngas/Wasser/Luft-Gemisch unterstützt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbrennungsmotor (4; 5) nicht gekühlt wird, und daß die Brenngase in einer Menge zugeführt werden, so daß die gewünschte Arbeitsleistung gerade aufrecht erhalten wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Verbrennung notwendige Frischluft durch Wärmetausch mit Abgasen aus dem Verbrennungsmotor (4; 5) vorgewärmt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbrennungsmotor (4; 5) ein Kolben-Verbrennungsmotor ist, der nach einem Zweitaktverfahren arbeitet.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zufuhr von Brenngasen über die Temperatur im Verbren-

nungsmotor (4; 5) geregelt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die bei der Vergasung der Müllstoffe entstehenden Brenngase noch nicht vergaste Müllstoffe durchströmen und diese dabei trocknen und vorwärmen.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kompressionsphase des Verbrennungsmotors (4; 5) zeitlich kürzer ist als die Expansionsphase.
9. Müllverwertungsanlage zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche mit wenigstens einem Reaktor (2) zum Trocknen und Vergasen der Müllstoffe, die eine Zuführung (20) für Frischluft und einer Brenngasleitung (22, 24) aufweist, über die die bei der Vergasung entstehenden Brenngase entweichen können, und einem Verbrennungsmotor (4; 5), der mit der Brenngasleitung (22, 24) verbunden ist und eine Ansaugleitung (28) für Frischluft sowie eine Auspuffleitung (36) aufweist, dadurch gekennzeichnet,
daß die Brenngasleitung (22, 24) derart an dem Reaktor (2) angeordnet ist, daß die im Reaktor (2) entstehenden Brenngase die Müllstoffe durchströmmen,
daß eine Wassereinspritzvorrichtung (32) vorgesehen ist, durch die dem Brenngas oder/und der über die Ansaugleitung (28) für Frischluft zugeführten Frischluft fein zerstäubtes Wasser zugebar ist, und daß im Verbrennungsraum (52) des Verbrennungsmotors (4; 5) eine Wärmespeichereinrichtung (56) angeordnet ist.
10. Müllverwertungsanlage nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmespeichereinrichtung (56) aus einem Material mit hoher spezifischer Wärmekapazität, hoher Wärmeleitfähigkeit und hoher Schmelzpunkttemperatur, insbesondere aus Metall, besteht.
11. Müllverwertungsanlage nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Auspuffleitung (36) und die Ansaugleitung (28) für Frischluft mit einem Abgaswärmetauscher (34) verbunden sind.
12. Müllverwertungsanlage nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Brenngasleitung (22, 24) und die Ansaugleitung (28) für Frischluft vor dem Verbrennungsmotor (4; 5) in eine Mischkammer (26) münden.
13. Müllverwertungsanlage nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbrennungsmotor (4; 5) ein nicht gekühlter, adiabatischer Motor ist.
14. Müllverwertungsanlage nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbrennungsmotor (4; 5) ein Kolben-Verbrennungsmotor mit wenigstens einem Zylinder (40) und einem Pleueltrieb (44) ist.
15. Müllverwertungsanlage nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmespeichereinrichtung (56) am oberen Ende des Zylinders (40), d. h. im Bereich des Zylinderkopfes (54), angeordnet ist und gegen die Umgebung wärmeisoliert ist.
16. Müllverwertungsanlage nach einem der Ansprüche 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Verbrennungsraum (52) zugewandte Oberfläche des Kolbens (42) mit einer hochtemperaturfesten Schicht (58) versehen ist.
17. Müllverwertungsanlage nach einem der An-

sprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß bei konstanter Drehgeschwindigkeit der Kurbelwelle (46) der Expansionshub länger dauert als der Kompressionshub.

18. Müllverwertungsanlage nach einem der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehachse der Kurbelwelle (46) seitlich zur Bewegungsrichtung des Kolbens (42) versetzt ist und dazu senkrecht steht. 5

19. Müllverwertungsanlage nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Pleueltrieb (44) eine Pleuelstange (64) mit zwei Pleuelstangenabschnitten (66 und 68) aufweist, die über ein Pleuelabschnitt-Verbindungsgelenk (70) miteinander verbunden sind, und daß das Pleuelabschnitt-Verbindungsge- 15 lenk (70) mit einer Gera- führung (72) ver- bunden ist.

20. Müllverwertungsanlage nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Gera- führung (72) eine Koppelstange (74) aufweist, die mittig mit dem Pleuelabschnitt-Verbindungsgelenk (70) verbun- 20 den ist, daß beide Enden der Koppelstange (74) an je einer Steg- stange (76) angelenkt sind, und daß die beiden Steg- stangen (76) an je einem Festpunkt (78) 25 angelenkt sind.

21. Kolbenverbrennungsmotor, insbesondere für eine Müllverwertungsanlage nach einem der Ansprüche 9 bis 20, mit wenigstens einem in einem Zylinder (40) hin- und herbeweglich angeordneten Kolben (42), der über einen Pleueltrieb (44) mit einer um eine Drehachse (45) drehbar gelagerten Kurbelwelle (46) verbunden ist, dadurch gekenn- 30 zeichnet, daß die Drehachse (45) der Kurbelwelle (46) seitlich zur Bewegungsrichtung des Kolbens (42) versetzt ist und dazu senkrecht steht. 35

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen